

PAT-NO: JP359136910A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59136910 A

TITLE: MANUFACTURE OF RADIALLY ANISOTROPIC MAGNET

PUBN-DATE: August 6, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIMODA, TATSUYA

OKONOGI, ITARU

INT-CL (IPC): H01F001/08, B22F003/02

US-CL-CURRENT: 148/103

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a ring type radially anisotropic magnet of high performance and having little limitation of shape by a method wherein after magnet powder having uniaxial anisotropy is magnetized previously in a magnetic field larger than intrinsically coercive force thereof, the powder is mixed with a liquid to be suspended, and powder compression molding is performed in the magnetic field utilizing centrifugal force.

CONSTITUTION: After magnet powder having uniaxial anisotropy is magnetized previously in a magnetic field larger than intrinsically coercive force  $H_c$  of the magnet powder thereof, the magnet powder thereof is mixed to a liquid to be suspended, and the suspension 7 thereof is sealed in a ring type vessel 8. An outside magnetic field in the radial direction facing to the radius vector direction of the ring 8 is applied to the suspension 7, and after the magnet powder is oriented to the radial direction in the ring type vessel 8, the ring 8 is rotated in the condition applying the magnetic field as it is, and by applying centrifugal force to act in parallel with the outside magnetic field, the magnet powder is minutely molded. For example, currents are flowed to magnetic field coils 2, 6 to generate magnetic fields, and at this time, the directions of the currents are made to opposite in the coils 2, 6 mutually to make a radially directional magnetic field to be generated according to mutual repulsion of the generated magnetic fields.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—136910

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 F 1/08  
B 22 F 3/02

識別記号

庁内整理番号  
7354—5E  
6441—4K

⑬ 公開 昭和59年(1984) 8月6日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ ラジアル異方性磁石の製造方法

⑯ 特 願 昭58—11813

⑰ 出 願 昭58(1983) 1月27日

⑱ 発 明 者 下田達也  
諏訪市大和3丁目3番5号株式  
会社諏訪精工舎内

⑲ 発 明 者 小此木格

諏訪市大和3丁目3番5号株式  
会社諏訪精工舎内

⑳ 出 願 人 株式会社諏訪精工舎  
東京都中央区銀座4丁目3番4  
号

㉑ 代 理 人 弁理士 最上務

明 細 書

1. 発明の名称 ラジアル異方性磁石の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 一軸異方性を有する磁石粉末を前もつて、該磁石粉末の真の保磁力  $iH_c$  より大きな磁場で増磁した後、該磁石粉末を液体に混ぜて懸濁させ、該懸濁液をリング状の容器に封入し、リングの動径方向に向いたラジアル方向の外部磁場を該懸濁液に印加し、磁石粉末をリング容器内でラジアル方向に配向させた後、そのままの磁場を印加させた状態でリングを回転させて外部磁場と平行に作用する遠心力を与えることにより磁石粉末を緻密成形することを特徴とするラジアル異方性磁石の製造方法。

(2) 磁石粉末に、コバルトを主体とした遷移金属 (TM) で示す希土類元素 (R で示す) との合金で、しかも  $RTM_z$  と表した時の  $z$  の値が7～9である組成の、 $R_2Co_{17}$  型結晶構造を主体と

した合金を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のラジアル異方性磁石の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、一軸異方性を有する磁石粉末、例えばバリウムフェライト ( $BaO \cdot Fe_2O_3$ )、ストロンチウムフェライト ( $Sr \cdot Fe_2O_3$ )、 $RCO_5$  系 (Rは希土類を示す)、 $R_2Co_{17}$  系そしてマンガンアルミ ( $Mn-Al$ ) 系等の磁石粉末を、前もつてその真の保磁力 ( $iH_c$ ) より大きな磁場で増磁した後、液体と混ぜて懸濁させ、磁場中で遠心力を利用して圧粉成形するというラジアル方向に異方性を持つた異方性磁石の製造方法に関するものである。

従来、ラジアル方向に異方性を有する磁石を製造するにはロール法、プレス成形法がある。ロール法は、成形助剤と磁石粉末の混合物をロールの間に通し、機械的に粒子をロール方向と垂直に異方性を持つように配向させる。そして、できた仮成形品を巻いて、円筒状にし、異方性方向をラジ

アル方向にする。その後、焼結して切削加工を施し磁石に仕上げるラジアル異方性磁石の製造方法である。この方法は、フェライト磁石粉末にしか使用できないものであり、しかも粒子の配向度も機械的な方法であるので充分ではない。プレス成形法は、磁気回路を組んでコイルの磁場で、プレス型内の磁石粉末をラジアル方向へ配向させた後、磁場を印加しながら圧縮成形する製造方法である。この方法の成形例を第1図に示す。図で示す9の部分磁性粉末の入るキャビティであり、粉末は1のパンチによりP方向に圧縮される。成形されたリング状のラジアル異方性磁石は、第2図に示されたような形状になる。外径をR、内径をr、長さをLそして肉厚をtとする。圧縮成形では、一方向に圧力を加えるため、L方向に著しい密度のバラつきを生じてしまう。また圧縮してゆく途中で粉とプレス型(第1図で1と4)の壁面との摩擦のため磁性体の配向度が乱れて性能が低下する。従つて肉厚tが小さくなればなる程成形は難しくなる。圧縮成形では、大きなラジアル磁石を

得ようとするとき圧力がプレス圧に依存しているため、ある大きさまでしか製造できない。反対に、内径rの大きさも圧縮成形では制限されあまり小さなrのものは製造できない。何故なら第1図で2の径を小さくすると、利用できるラジアルの配向磁界は低下し、圧縮方式であると、第2図のような長さLの磁石を得ようとするとき、圧縮前の配向時には、第1図9のキャビティは約3L必要とされるので、磁場はさらに1/3程度に減つてしまふからである。

本発明は、ロール法、プレス成形法の欠点を克服した高性能で密度のバラつけないしかも形状にとらわれないラジアル異方性磁石の製造を目的としたものである。具体的に述べると、以下のようになる。一軸異方性を有する磁石粉末を前もつて、その磁石粉末の有するiHcよりも大きな磁場で着磁した後に、該磁石粉末を液体に混ぜて懸濁させ、該懸濁液をリング状の容器に封入し、リングの動径方向に向いたラジアル方向の磁場を該懸濁液に印加し、磁石粉末をリング容器内でラジ

アル方向に配向させた後、そのまま磁場を印加させた状態でリングを回転させて磁場と平行に作用する遠心力を与えることにより磁石粉末を緻密化することを特徴とするラジアル異方性磁石の製造方法である。また磁石粉末に、コバルトを主体とした遷移金属(TMで示す)と希土類元素(R)との合金で、しかもRTMZと表した時のZの値が7~9である組成を有する、 $R_2Co_{17}$ 型結晶構造を主体とした合金を用いることを特徴とする高性能なラジアル異方性磁石の製造方法である。磁石粉末を前もつて高磁場で着磁をしておいてから、成形するという方法は特に磁石粉末が高いiHcを有する場合に有効である。とりわけ、 $R_2TM_{17}$ 系の磁石粉末には、該粉末が磁壁のピンニングにより保磁力が発生していることから、特に有効である。何故、有効か説明する。磁石粉が磁場方向に配向する時の力Fは、 $F = r \times H \times I$ で与えられる。ただし、rは粒子直径、Hは磁場強度、Iは磁化である。磁石粉が完全に飽和していないと、磁化Iが低いばかりでなく、逆方向の磁化( $I_0 - I$ )

により逆方向に力が働き、磁粉の回転力は、 $\Delta F = 2rH(I_0 - I)$ だけ弱まつてしまう。ただし、 $I_0$ は飽和磁化、IはI<sub>0</sub>の時の回転力である。以下実施例に従い本発明を説明してゆく。

#### 実施例(1)

第3図に本発明によるラジアル異方性磁石の遠心加圧成形機を示す。1, 5, 9は強磁性体よりなり、7の磁粉懸濁液の入ったキャビティにラジアル方向の磁場をコイル1, 6より誘導する。3は回転子で非磁性体よりなっている。4はベアリングで3の回転子を支えている。回転子はベルトあるいはギアにより外部から力を伝達されて回転する。回転子の中にはリング状の容器8に注入された磁性懸濁液が入っている。

次に本発明による遠心加圧成形機を用いたラジアル磁石の製造方法について述べる。第1表のような磁粉と液の懸濁液を作製した。磁粉と液の体積比は磁粉が50vol%とした。平均粒度はストロンチウムフェライトが $1.2\mu m$ 、希土類遷移金属合金が底2と3が $5\mu m$ 、底4が $10\mu m$ である。

懸濁液は各底に対して2種類作製した。一方は前もつて着磁したもの、他方は着磁しなかつたものである。

第1表

底	磁性粉	液
1	$\text{SrO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	水
2	$\text{SmCO}_3$	水
3	$\text{Sm}_{0.8}\text{Pr}_{0.2}(\text{Co}_{0.68}\text{Cu}_{0.01}\text{Fe}_{0.02}\text{Hf}_{0.02})_{7.5}$	水
4	$\text{Sm}(\text{Co}_{0.672}\text{Cu}_{0.008}\text{Fe}_{0.022}\text{Zr}_{0.028})_{8.0}$	エポキシ樹脂

着磁はすべて20K.O.で行つた。作製された懸濁液は、まず第3図の回転内のリング状容器に、懸濁液を注入する。回転子は上下半分に割れる構造になつており、容器は簡単に脱着できる。第3図に示すように全体のセットが完了したら、磁場コイル2, 6に電流を流して磁場を発生させる。この際、電流の向きを2と6とは反対にして、誘導されて、出て来た磁場が互いに反発するようにする。ポールで反発された磁場は、第3図に示すように外側の円形のヨークに導れて、キャビ

りに、第2図に示す4方向の密度のバラつきは殆んどなかつた。従つて残留磁束密度のバラつきも1%以内であり、最大エネルギー積も4%以内のバラつきに抑えられた。また本方法は、非常に配向性のよいことがX線回折により確認された。

第2表

底	残留磁束密度	保磁力	最大エネルギー積
1	4.1(KG)	3.5(K.O.)	3.6(MGOe)
1'	4.3	3.6	3.8
2	9.0	7.8	17.2
2'	9.5	8.0	18.0
3	9.6	6.7	18.1
3'	10.4	7.0	21.2
4	7.8	6.5	13.5
4'	8.4	6.7	15.4

(注: '記号は粉末着磁品)

さらに、番号に'の記号をついた粉末着磁したものは配向性の向上が著しく、このことは磁気性能にも反映されている。

イテイクにはラジアル方向の磁場が発生する。このようにして、最初に磁場を発生させると、懸濁液中の磁粉は、殆んど摩擦なしに回転して磁場方向に配向する。次に、磁場を印加しながら、外部動力により回転子を徐々に回転させ、最後には高速回転にする。すると、磁粉は遠心力により加圧され容器内にラジアル方向に異方性を持つた磁石ができる。充分加圧した後、逆磁界を印加して磁石を消磁してから回転を止めて、容器を取り出す。底1~3の試料は、乾燥させてから取り出し、焼結する。底2, 3に対しては、焼結後熱処理を施して保磁力を与える。底4は、最初から保磁力のある磁粉を用いてあり、磁石を容器から取り出し、樹脂を洗浄してから、樹脂硬化のためのキュアリングを行う。このような方法により、種々のラジアル異方性磁石が作製できる。得られた磁石の性能を振動試料型磁気測定機で測定した結果を第2表に示す。測定は磁石のいろいろな場所から、小さな円柱状試料を切り出して行つた。密度のバラつきは1%以内におさえられており、圧縮成形のよ

本発明法によれば、圧縮成形では製造不可能である4寸の長いラジアル磁石も、製造可能である。また、第2図の4も0.5mm以下のものも容易に作製できる。本発明の装置は遠心力で加圧するので圧縮成形では不可能な大きな磁石を製造できる。そして、加圧してから板を抜いてさらに懸濁液を追加して、加圧するということを繰り返せば、Rに比して4の厚い磁石も作製できる。

以上のように、本発明により従来のものより高性能で形状の制約があまりないリング状のラジアル異方性磁石が可能となつた。本発明による磁石の用途は、ステップモータ、DCサーボモーター、ボイスコイル、磁気軸受等が考えられ、これらの小型化、高性能化に与える影響は大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、従来の圧縮法によるラジアル異方性磁石の製法を示す。1-上パンデ, 2-強磁性コア, 3, 5-コイル, 4-プレスダイ, 6-下パンデ, 7-強磁性体, 8-非磁性体, 9-キャビ

イテイ(磁粉)

第2図は、リング状のラジアル異方性磁石を示す。

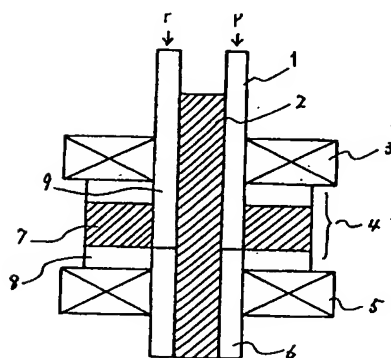
$\phi R$ …外径、 $\phi r$ …内径、 $l$ …長さ、 $t$ …肉厚

第3図 a, b は、本発明によるラジアル異方性磁石成形機である。1…強磁性ポール、2, 6…コイル、3…回転子、4…ベアリング、5…強磁性ヨーク、7…磁粉懸濁液、8…容器、9…強磁性コア。

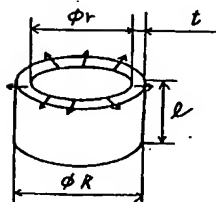
以 上

出願人 株式会社 諏訪精工舎

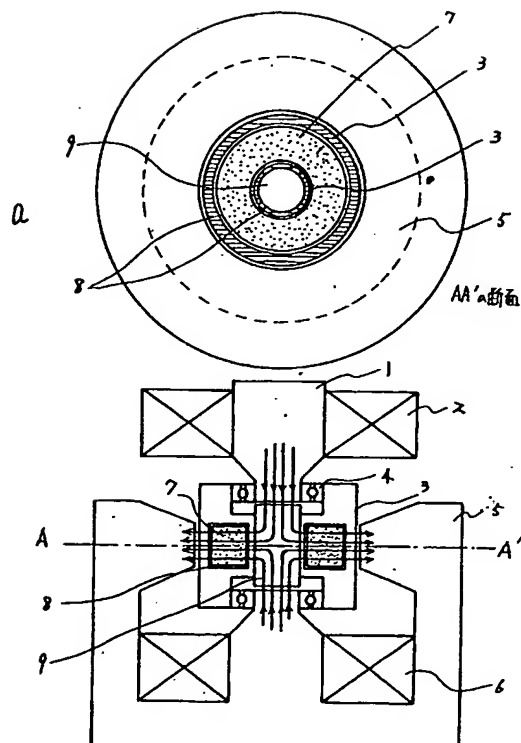
代理人 弁理士 最 上 務



第 1 図



第 2 図



第 3 図

昭和58年5月26日

特許庁長官 若杉和夫  
熊谷善三殿



1. 事件の表示

昭和58年 特許願第 11813号

2. 発明の名称

ラジアル異方性磁石の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 東京都中央区銀座4丁目3番4号  
出願人 (256)株式会社 森 防 精 工 会  
代表取締役 中 村 恒 也

以 上

4. 代 理 人

東京都渋谷区神宮前2丁目6番8号  
(4664) 弁 理 士 最 上 務  
連絡先 563-2111 内線 223-6 担当 長谷川

代理人 最 上 務

5. 補正命令の日付

昭和58年4月26日

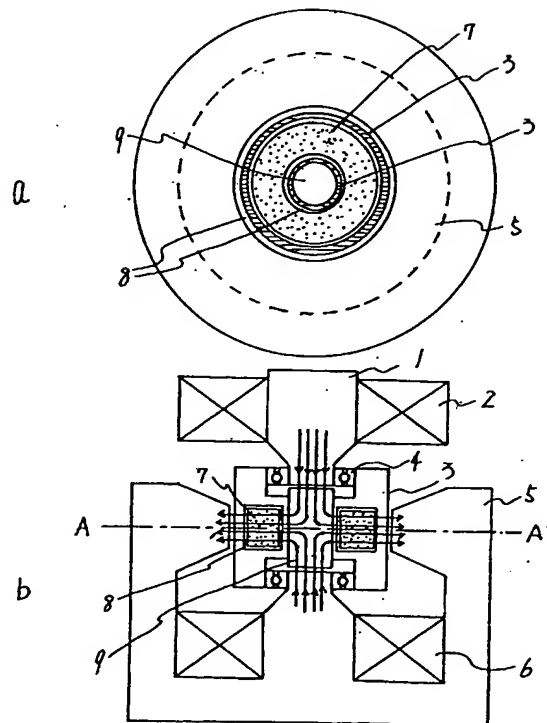
6. 補正により増加する発明の数

7. 補正の対象

明細書・図面

8. 補正の内容

別紙の通り



第 3 図